



1. Nährstoffe in Exkrementen

Urin:

- macht 90% des Volumens menschlicher Ausscheidungen aus
- 80% aller mineralischen Substanzen (N,P,K), die ein Mensch ausscheidet befinden sich im Urin
- kann Hormone oder Arzneimittelrückstände enthalten [KRAUSE UND JACOBSEN, 2011]
- Gehalt an Schwermetallen ist in der Regel niedrig [BERGER UND LORENZ-LADENER, 2008]

Fäzes:

- enthält weniger Nährstoffe als Urin
- ist aufgrund des hohen Phosphor- und Kohlenstoffgehaltes interessant für die Rückführung
- trägt zur Verbesserung der Bodenstruktur durch Steigerung der Wasser- und Nährstoffkapazität bei [SCHULTEALBERT, 2011]
- kann sowohl Schwermetalle als auch Arzneimittelrückstände enthalten [BERGER UND LORENZ-LADENER, 2008]

2. Fäkalien als Sekundärrohstoffdünger - Gesetzliche Regelungen

[BERGER UND LORENZ-LADENER, 2008]

- auf Bundesebene noch keine eindeutige Regelung
- Fäkalien kommen im Kreislaufwirtschafts-, im Abfall- und im Düngemittelgesetz vor, werden aber nicht in der Düngemittelverordnung oder der Düngeverordnung aufgegriffen
- „Jede Kommune hat ihre eigenen Vorschriften“ [STIFTUNG INTERKULTUR, o.J.]

3. Hygienisierung und Anwendung von Fäkalien

Urin:

- gilt in den meisten Fällen als unbedenklich und bakteriologisch steril
- Anwendung als Dünger ohne weitere Aufbereitung nach einer kurzen Lagerungszeit (unverdünnt) möglich [KRAUSE UND JACOBSEN, 2011] [SCHULTEALBERT, 2011]
- zur Düngung kann der Urin direkt in den Boden eingearbeitet oder verdünnt werden
- die Urindüngung sollte spätestens einen Monat vor der Ernte erfolgen
- bei akuten Erkrankungen wie Bilharziose, Typhus, Cholera, Hepatitis A und B, Tuberkulose oder HIV/AIDS ist eine Aufbereitung des Urins vor der Benutzung zwingend notwendig [KRAUSE UND JACOBSEN, 2011]

→ laut WHO ist eine Lagerungszeit von 6 Monaten bei 20°C ausreichend um alle möglichen Pathogene zu eliminieren

[KRAUSE UND JACOBSEN, 2011] [SCHULTEALBERT, 2011] [WHO, 2006]



Fäzes:

- gelten, vor allem im Vergleich zu Urin, als bedenklich
- neben Bakterien sind vor allem resistente Wurmeier problematisch [KRAUSE UND JACOBSEN, 2011] [SCHULTEALBERT, 2011]

➤ **Beispiele für Aufbereitungsmöglichkeiten**

[KRAUSE UND JACOBSEN, 2011] [SCHULTEALBERT, 2011]

- Austrocknung durch Lagerung:
 - zur Inaktivierung z.B. von Wurmeiern, empfiehlt die WHO bei Umgebungstemperaturen von 2-20°C eine Lagerungszeit von 1,5 bis 2 Jahren
- Kompostieren
 - eine Temperatur von >50°C ist für mindestens eine Woche zu halten
- Basische Behandlung
 - bei pH-Werten über 9 werden die meisten pathogenen Stoffe innerhalb von 6 Monaten abgetötet
- Laktofermentation [KRAUSE UND JACOBSEN, 2011]
 - Inaktivierung von Bakterien konnte nachgewiesen werden, jedoch kein Abtöten von Wurmeiern

➤ **Problematik in Kleingärten: [UFU E.V., 2004]**

- meistens findet nur eine so genannte Kaltkompostierung statt
- durch fachgerechte Kompostierung kann jedoch auch unter mesophilen Temperaturbedingungen (20-40 °C) i.d.R. eine weitgehende Hygienisierung von Fäkalikompost erreicht werden
- Abhilfe gegen Wurmeier kann UV-Bestrahlung schaffen

➔ Fäkalikompost soll vorzugsweise in der vegetationslosen Zeit ausgebracht werden, und zwar stets nur im Zierpflanzenbereich

4. Übersicht Komposttoiletten [BERGER, W., LORENZ-LADENER, 2008]

= Trockentoilette, weil keine Wasserspülung in Gebrauch ist

= Trenntoilette, falls Urin und Fäzes separat aufgefangen werden

= Direktkompostierer, wenn im Auffangbehälter Fäzes direkt vererden

- unterschiedlichste Modellausführungen, je nach Ort und Einsatz von Werkstoffen

- je nach Bauart mit oder ohne Belüftung



shermansdaughter



Sustainable sanitation



Sustainable sanitation

Abbildung 1: verschiedene Kompostklomodelle, Quelle: flickr.com



5. Terra Preta Toiletten Systeme

- bisherige Terra Preta Toiletten: Trocken-Trenn-Toiletten ohne Belüftung

5.1. System von Tria Terra [Heckel, o.J.]

a) Fäzes

- Material: 22l Eimer (ca. 6 Wochen) mit dichtem Deckel, Klobrille, Gehäuse, Streu (EMs, Kohle, Steinmehl, Tonmehl)
- Prozess: Milchsäuregärung (Lakto-Fermentation) → anaerob
- Durchführung: Streu, dann Fäzes, dann mit Streu bedecken, Deckel schließen, wiederholen
- Verwendung: Eimer füllen und 1-6 Wochen durchfermentieren lassen, danach kompostieren
→ Keine Geruchsbelästigung

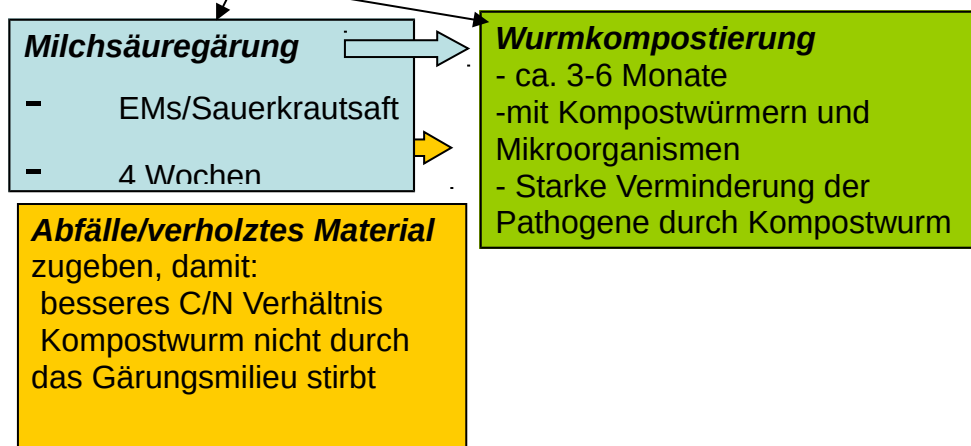
Offene Frage: Wie verhält es sich mit dem Abbau der Krankheitserreger in Fäzes?

b) Urinabtrennung

- ...dadurch (und Streueinsatz) keine Fäulnisprozesse, kein Gestank
- Material: Urinflasche, Behälter zur Lagerung
- Prozess: nichts machen
- Verwendung: Schnelldünger, oder Kompostierung mit verholztem Material
→ Urin mit Medikamenten: Fermentieren und Kompostieren (mit Streu)

5.2. System von Terra Preta Sanitations [Factura et al., 2010]

- Kreislaufsystem v.a. für Länder des globalen Südens
- Material: Gleiches System wie Tria Terra, Design je nach Ressourcen-Verfügbarkeit
- Prozess: Kombination effektiver als andere, getestete Prozesse



- Toilettenkompost getrennt herstellen
- Anwendung: auf Flächen, die mindestens 7 Jahre nicht für die direkte Nahrungsproduktion genutzt werden [OTTERPOHL, 2011]

5.3. System von Dr. Reckin [DREYER, 2013; OLLENDORF, 2012]

a) Fäzes

- Material: Kompostklo, Streugemisch (fertige Terra-Preta als Starter, Holzkohle, Holz, Steinmehl)
- Durchführung: koten, Gemisch streuen, koten....
- Klopapier extra sammeln, in Urin einweichen, extra kompostieren



- Verwendung: Fäkal Terra Preta für Obstbäume, nach Dr- Reckin aber hygienisch in Ordnung
- Tipp: in Tonne lagern → keine Erregerübertragung

Offene Frage: Wie lange aufbewahren? Danach noch Kompostieren?

b) Urinabtrennung

- Material: Eimer mit Deckel, Bacillus Subtilis (BS), Milch, Zuckerhaltiges, für Frauen: Küchenmessbecher
- Prozess: Fermentierung
- Durchführung: 5cm BS-Impfkultur, 2-3 EL Milch, etwas zuckerhaltiges in Eimer, dazu Urin
→ Achtung: aerob, daher nur $\frac{3}{4}$ füllen
- Verwendung: Durchnässung der TP-Mieten

Offene Frage: Wie lang muss Urin fermentiert werden? Muss BS weiter ernährt werden?

6. Bau einer Terra Preta Toilette

- Materialien:
 - alter Stuhl, Klobrille; alte Waschmittelflasche; größere Eimer, luftdicht verschließbar (für Fäzes); Behälter für Urinsammlung, Schrauben
- Werkzeug
 - Stichsäge, Schraubenzieher, Schere
- Vorgehensweise:
 - eine Aussparung in Größe der Aussparung der Klobrille in den Stuhl sägen, ggf. Lehne abtrennen
 - Klobrille aufmontieren, Auffangeimer drunterstellen,

7. Fazit

- Fäkalien sehr bedeutend als Dünger und TP-Grundlage
- Komposttoiletten wichtig zum Schließen von Stoffkreisläufen
- Eigenbau sehr einfach
- Milchsäurefermentierung oder Fermentierung mit BS möglich
- Urin gesundheitlich weitestgehend unproblematisch
- Gesundheitsaspekte der Fäzes -Terra Preta für Lebensmittelproduktion noch unzureichend erforscht



Literaturverzeichnis

BERGER, W., LORENZ-LADENER, C. (Hrsg.) (2008): Kompost-Toiletten - Sanitärsysteme ohne Wasser. 1. Aufl. Staufen bei Freiburg: Ökobuch

FACTURA, H.; BETTENDORF, T.; BUZIE, CH.; PIEFLOW, H.; RECKIN, J.; OTTERPOHL, R. (2010): Terra Preta sanitation: re-discovered from an ancient Amazonian civilisation – integrating sanitation, bio-waste management and agriculture. *Water Science & Technology*, 61(10), 2673-2679

Internetquellen

DREYER (2013): Gemeinsame Mitschrift/ Auswertung Terra-Preta Ausflug 20.4.2013 zu Dr. Jürgen Reckin, Verfügbar unter: <http://titanpad.com/0oHUy3L1Cx>, [Letzter Zugriff: 29.05.2013]

HECKEL, M. (o.J.): Anleitung Komposttoiletten für Terra Preta, Verfügbar unter: <http://www.triaterra.de/Terra-Preta/Anleitung-Komposttoiletten-fuer-Terra-Preta>, [Letzter Zugriff: 29.05.2013]

KRAUSE, A., JACOBSEN, S. (2011): Aspekte der Hygienisierung im Kontext der Entwicklung eines neuen Sanitär-Ansatzes, TU Berlin. Verfügbar unter: http://www.komptoi.ch/app/download/7371770320/Krause+und+Jacopsen+2011_Aspekte+der+Hygienisierung.pdf?t=1365442855 [letzter Zugriff: 4.06.2013]

OLLENDORF (2012): Terra Preta – Entstehungsprozess und ein mögliches Herstellungsverfahren, Exkursionsbericht zu Dr. Reckin, Verfügbar unter: http://wendepunktukunft.org/wp-content/uploads/2012/07/TerraPreta_Exkursion_DrReckin-3.pdf, [Letzter Zugriff: 29.05.2013]

OTTERPOHL, R. (2011): Fruchtbarer Boden, unsere wichtigsten Energiequelle: Terra Preta, erschienen in: *Solarthermie im Megawattsektor*, 2/2011, Verfügbar unter: http://www.aee.at/aee/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=113, [Letzter Zugriff: 29.05.2013]

SCHULTEALBERT, S. (2011): Wasser- und Sanitärversorgung von Schulen und Gesundheitsstationen für exemplarische Fälle im ländlichen Raum Äthiopiens, Diplomarbeit Fachhochschule Münster. Verfügbar unter: <http://www.hb.fh-muenster.de/opus/fhms/volltexte/2011/717/> [letzter Zugriff: 30.05.2013]

STIFTUNG INTERKULTUR (Hrsg.) (o.J.): Praxisblatt Komposttoiletten. Verfügbar unter: <http://www.stiftung-interkultur.de/dmdocuments/Praxisblatt%20Komposttoiletten.pdf> [letzter Zugriff: 4.06.2013]

UNABHÄNGIGES INSTITUT FÜR UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (2004): Abwasservermeidung und –entsorgung in Kleingärten. Studie, Halle.



Verfügbar unter: <http://www.halle.de/de/Rathaus-Stadtrat/Digitales-Rathaus/Veroeffentlichungen/index.aspx?RecID=249> [letzter Zugriff: 30.05.2013]

WHO (Hrsg.) (2006): Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater.

Verfügbar unter: http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/ [letzter Zugriff: 30.05.2013]

zu empfehlende Internetquellen

OTTERPOHL: Terra Preta Sanitation Initiative, Technische Universität Hamburg-Harburg; Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz <http://www.terra-pretas-sanitation.net/cms/index.php> [letzter Zugriff: 4.06.2013]

SANIRESCH: Nachhaltiges Sanitär-Recycling Eschborn – Landwirtschaftliche und Umwelt-Aspekte einer Urinverwertung. <http://www.saniresch.de/> [letzter Zugriff: 4.06.2013]

SPUHLER, GENSCHE: Terra Preta Toilets; Sustainable Sanitation and Water Management <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/terra-pretas-toilet> [letzter Zugriff: 4.06.2013]

STIFTUNG INTERKULTUR (Hrsg.) (o.J.): Praxisblatt – Die wichtigsten Verordnungen, Gesetze und rechtsverbindliche Vorgaben am Beispiel von Berlin.
Verfügbar unter: <http://www.stiftung-interkultur.de/dmdocuments/Praxisblatt%20Verordnungen%20Gesetze.pdf> [letzter Zugriff: 30.05.2013]

ZHAO, H. (2010): Möglichkeiten der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum am Beispiel der westlichen Ukraine, Diss. Technische Universität Dresden.
Verfügbar unter: http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_forst_geo_und_hydrowissenschaften/fachrichtung_wasserwesen/isiw/sww/lehre/pdfs_abschlussarbeiten/DA_huixiang.pdf [letzter Zugriff: 30.05.2013]